

# Aspen Plus模拟软件融入化工课程设计教学

王磊, 孙燕

杭州师范大学钱江学院理工分院, 浙江 杭州

收稿日期: 2023年2月5日; 录用日期: 2023年3月3日; 发布日期: 2023年3月10日

---

## 摘要

本文针对应用型本科院校《化工课程设计》教学实践中存在的若干问题, 阐释了在课程教学中引入Aspen Plus模拟软件教学内容的必要性。该教学内容有助于解决理论与实践联系的教学过程中存在的问题。

## 关键词

Aspen Plus, 虚拟仿真系统, 教学改革

---

# Aspen Plus Simulation Software Integrated into the Teaching of Chemical Engineering Course Design

Lei Wang, Yan Sun

Science and Technology Branch, Qianjiang College, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

Received: Feb. 5<sup>th</sup>, 2023; accepted: Mar. 3<sup>rd</sup>, 2023; published: Mar. 10<sup>th</sup>, 2023

---

## Abstract

In view of some problems existing in the teaching practice of Course Design of Chemical Engineering in application-oriented undergraduate colleges, this paper stated the necessity of introducing Aspen Plus simulation software into the course. This teaching content is helpful to solve the problems in the teaching process of linking theory with practice.

## Keywords

Aspen Plus, Virtual Simulation System, Teaching Reform

---

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

化工课程设计是化工类应用型本科专业的一门实践性非常强的课程, 在教学过程中, 需要综合运用化工各方面知识, 而在前期化工原理等教学过程中, 由于难度控制的问题, 部分化工单元做了大量的简化, 需要学生查阅大量的资料。但是多成分的复杂物系的复杂过程, 会发现数据和实际过程存在很大差距。

Aspen Plus 软件流程模拟系统包括了物性的数据库、单元操作模拟库、模型分析三个部分, 其知识与化工专业核心课程紧密相关, 能基本解决上述问题, 对课程内容的深化、教学效果的提高更具有实际应用[1] [2] [3] [4] [5]。通过引入 Aspen Plus 流程模拟, 可以在理论教学和实物实训之间搭建起一个过渡的“桥梁”, 有效解决理论教学与工程类课程难以有效融合的问题, 优化学生的学习体验。学生可通过 Aspen Plus 流程模拟软件虚拟仿真实训练习设计化工相关工艺、提交设计流程结果等, 实现教学过程的“闭环控制”和教学效果的“形成性评价”, 使教学资源更生动、教学活动更丰富、教学管理更高效、效果评价更科学精准, 充分体现教育信息化的发展方向。

## 2. Aspen Plus 流程模拟引入教学

“虚实结合”教学方法: 应用 Aspen Plus 流程模拟教学, 构建化工设计全过程的“虚实结合”实施流程。学生利用人机交互的 Aspen Plus 流程模拟技术, 解决了实际工程建设周期长、生产环节繁杂的两大难题。Aspen Plus 流程模拟还提升自由的线上线下模式, 为自由空间和时间学习提供课程。

“纠错式”教学方法: 在教学环节, 采取讲解 - 操作 - 纠错三合一的模式, 对错误操作 Aspen Plus 流程模拟会主动提示, 其目的是使学生更加深刻理解操作要领, 这样可以实现精准个性化教学过程。通过“规范化”流程的在线操作, 使学生了解、熟悉、掌握化工工艺设计流程和实现。

Aspen Plus 流程模拟引入教学主要有以下几个方面:

### 1. 搜集素材, 初步完成项目内容设计。

包括流体输送单元的仿真设计; 热过程单元的仿真; 分离单元的仿真设计; 反应器单元的仿真设计。



Figure 1. Teaching content design

图 1. 教学内容设计

如上图 1, 包括(1) Aspen Plus 使用; (2) 流体输送单元的仿真设计; (3) 热过程单元的仿真; (4) 分离单元的仿真设计两讲; (5) 反应器单元的仿真设计两讲。

2. 在教学过程中, 引入“以学生为中心, 以成果为导向”的 OBE 教学理念, 对课程目标、课程考核方式和评价体系进行教学设计, 优化教学内容。课上采用问题导向的教学方法, 通过研讨的形式, 培养学生分析和解决问题能力。

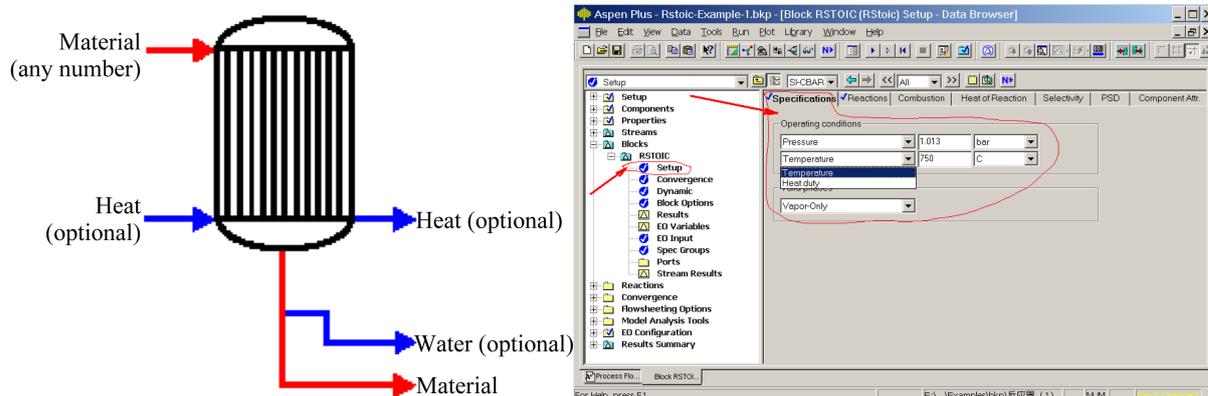


Figure 2. Curriculum design diagram

图 2. 课程设计图

如图 2, 考核内容以课程设计作品的形式, 包括流程图、设备一览表、布置图、设计依据和布置图之间的关系, 考察学生对化工设计的理解及知识的掌握情况, 其中流程图占 30%、设备一览表占 20%、设备布置图占 30%、规范和设计的联系占 20%。化工课程设计成绩包括平时成绩、课程设计成绩两部分, 其中平时成绩 55%、课程设计 45%。平时成绩中考勤和作业平均成绩各占 50%。并且在大三实践周中设立化工模拟课题, 学生独立完成建设项目。

3. 将 Aspen Plus 模拟过程与虚拟仿真实验建设结合。

Aspen Plus 软件的应用可以实现中试放大和工业化生产条件的过程计算, 通过分析计算结果, 学生能从源头上理解实验 - 中试 - 生产三个阶段的不同之处, 提升学生的工程意识。通过引入 Aspen Plus 软件, 可以对中试放大过程进行模拟计算, 后续的分选过程也都可以进行相应的设计。如此一来, 此项目在工作流程上完成了闭环, 学生的工程意识得到了加强。

### 3. 人才培养成效

#### 3.1. 学生在实施前后对比分析

应用化学专业教学过程中会牵涉到一些危险设备(如高压容器)、危险操作(高温化学反应)以及有毒有害试剂, 教学过程中对于一些大规模的真实生产只能一笔带过, 而这些地方恰恰是最锻炼学生的地方。还有, 当前的应用化学专业教学过程中过于强调操作技能的培养, 忽视了技术层面能力的培养力度(如分析问题能力、创新能力、工程思维等), 造成了教学 - 实习衔接困难, 毕业生就业冲突等诸多问题。

而经过此次课程改革实践, 我们通过“理、虚、实”一体化的教学方式, 不仅大幅提高理论与工程实训教学的效果, 提高学生对化工工程建设和运行的认识, 而且提高了学生 Aspen Plus 模拟操作的正确性, 弥补了学校在大型化工资源、设备、流程等方面的不足。总的来说有如下几方面的实施效果:

首先增加了学生的学习兴趣。应用 Aspen Plus 模拟教学, 构建覆盖实验操作、过程中的纠错、结果分析、考核, 全过程的“虚实结合”实施流程, 提升自由的线上线下模式, 大大提高了学生的学习兴趣。

其次缩短了实验时间。若采用传统的化工设计的研究需要 14~30 天时间。而采用 Aspen Plus 模拟则在 2~4 小时左右就可以完成实验的全部步骤。

最后保障了教学效果。在几个模块的 Aspen Plus 模拟操作教学环节, 采取讲解 - 操作 - 纠错三合一的模式, 对错误操作设置提醒, 给出正确操作并进行相关知识点的提示, 使学生更加深刻理解操作要领, 对多个学生共同错误, 进行统一讲解, 这样可以实现精准个性化教学过程。通过“规范化”流程的在线操作, 使学生更加了解、熟悉、掌握化工设计中的 Aspen Plus 模拟技术, 保障了教学效果。

### 3.2. 对教学目标达成度进行评价分析

形成一项完整的基于 Aspen Plus 软件的教学案例, 并与虚拟仿真实验相结合, 制作出 Au/TiO<sub>2</sub> 复合催化剂的制备及其催化活性测试虚拟仿真实验; 提升了学生工程思维。并对教学过程进行评价, 通过“理、虚、实”一体化等教学手段的提升课教学效果, 达成教学目标。

### 3.3. 项目的成功经验分析

通过对学生的 Aspen Plus 模拟软件教学调查统计分析得出(满意度调查结果如下表 1 (以下数据单位%)), 学生对于在化工设计能力掌握、分析解决化工问题、自主学习能力的培养、自身长远发展方面都有正向提高; 课下学习 Aspen Plus 软件兴趣更高、时间更充裕; 课程设计丰富、形式多样也教课堂教学更好。

Table 1. Satisfaction survey form

表 1. 满意度调查表

在化工设计能力掌握			
项目	有帮助	没帮助	不知道
18 级	81.8	9.1	9.1
在分析解决化工问题能力上			
项目	有帮助	没帮助	不知道
18 级	75.2	17.4	7.3
课程设计丰富、形式多样			
项目	满意	一般	不满意
18 级	64.22	33	2.78
课程的难易程度			
项目	满意	一般	不满意
18 级	70	30	0
保持较高的学习积极性和兴趣			
项目	满意	一般	不满意
18 级	58.7	39.5	1.8
课程学习中的收获			
项目	满意	一般	不满意
18 级	66	33	1

## 4. 结语

应用 Aspen Plus 流程模拟软件进行课程实践教学, 指导学生参加相关化工设计竞赛, 提高学生创新实践能力和工程实践能力。部分学生毕业后进入了工程设计公司工作, 主要从事化工、医药、石化类项目中工艺专业设计的工作。未来依托杭州师范大学和北京欧倍尔软件技术开发有限公司提供的平台, 设立学生校外实习基地, 进一步面向国内其他高校尤其是西部高校开展综合化学实验 Aspen Plus 虚拟仿真项目的在线教学服务。拓展面向社会的服, 实现向更多企事业单位开放共享。为化工、医药等企业和研发机构提供在线教学服务。通过不断构建和完善其他综合化学虚拟仿真实验项目, 以覆盖更多的教学

内容和研究领域。除此之外, 争取适配更多的学习终端, 包括手机端、平板端, 为学生的学习提供更多的便利。用于基础知识、安全常识的普及、相关生产工艺的员工培训等, 构建产学研一体化的多功能在线平台, 发挥项目的社会辐射服务作用。

### 参考文献

- [1] 杨峻, 向丽, 任敬. Aspen Plus 在化工原理教学中的应用——以甲醇尾气处理为例[J]. 当代化工研究, 2022(16): 142-144.
- [2] 王增丽, 崔庆杰, 崔晋豪, 李晓晨, 贾广成, 孙卓辉. 基于 Aspen Plus 的热力循环虚拟仿真系统设计与教学应用[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(11): 218-222.
- [3] 靳苗苗, 陈桂娥, 王磊, 毛海舫. Aspen Plus 在化工原理课程教学中的应用与探索[J]. 山东化工, 2021, 50(18): 226-228.
- [4] 李惠成, 刘凯凯, 李小菊, 于春柳, 康进科. Aspen Plus 在精馏实验中的模拟优化[J]. 广州化工, 2021, 49(6): 112-114+122.
- [5] 刘金昌, 曹俊雅, 解强, 张香兰. Aspen Plus 软件在化工热力学教学中应用问题的剖析[J]. 广东化工, 2021, 48(2): 168+177.